改質アスファルト混合物の高温時の変形特性に及ぼす微細構造の影響

村山雅人[1]・姫野賢治[2]

[1]学生会員　中央大学 大学院理工学研究科 土木工学専攻（〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27）
[2]フェロー会員 工博 中央大学 理工学部土木工学科 教授（〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27）

改質アスファルト混合物中の化学現象と物理現象を結びつけると考えられる中間的なレベルの微細構造であるポリマー改質バインダ（PMB）皮膜と粗骨材表面のマイクロテクスチャについて実験的検討を行った．

結果として，PMB のモルフォロジーはベースアスファルトのコロイダル・インスタビリティー・インデックス（C_i）と SBS のメルトインデックス（M_i）に依存して変化するため，厚膜での粘弾性測定は適切ではなく，20μm という薄膜での G*/sinδ 測定結果が，排水性混合物の流動変形抵抗性と良い関係があることを示した．

また，粗骨材のマイクロテクスチャをフラクタル次元で表現し，排水性混合物の高温時の流動変形や締固め特性と高い相関関係があることを示した．

Key Words ： *microstructure, binder thin film, microtexture, morphology, polymer modified binder, coarse aggregate, fractal dimension, porous asphalt mixture, compaction, wheel tracking test*

1．はじめに

舗装について考える場合，構造設計や構造評価あるいは層の変形挙動に関しても，各層は水平方向にも垂直方向にも均一で等方体であることを仮定している．しかし，例としてアスファルト混合物を取り上げて見ると，それは砕石類や砂，フィラーなどの骨材やアスファルトなどの結合材から構成されており，微小に見れば決して均一で等方的な材料ではない．アスファルトは混合物中ではフィラーを取り込み，骨材表面および骨材間隙に薄い膜として存在しているし，骨材表面は微小な凹凸がある．さらに，ポリマー改質バインダ（PMB）では，アスファルトとポリマーのモルフォロジーが存在している．これら微細な構造は，アスファルト混合物の変形挙動に影響していると考えられる．これらの微細構造の特性を評価できなければ，将来的にもアスファルト混合物の特性を完全に把握することは期待できないと思われる．

アスファルト混合物中の微細構造には，アスファルトのゲル構造に代表されるサブミクロンレベルから粗骨材の形状に代表されるセンチメートルレベルの構造まである．しかし，サブミクロンレベル以下の構造からは，アスファルト混合物の挙動に及ぼす影響を表現するのが困難である．すなわち，化学現象が支配的なサブミクロンレベル以下の大きさと物理現象が支配的な混合物の挙動を結びつけることは既存の測定技術や知識では困難なのが現状である．

そこで本研究では，化学現象と物理現象を結びつける中間的な微細構造（数μm～数十μm のミクロンレベルの微細構造）に着目し，このレベルの構造が改質アスファルト混合物の高温時の変形挙動に及ぼす影響を調査することを目的に，PMB 薄膜と粗骨材表面のマイクロテクスチャについて実験的検討を行った．

なお本研究では，混合物の実験に排水性混合物を取り上げた．この理由には以下の 2 つのことが挙げられる。第一に，骨材配合が粗骨材と細骨材とフィラーの 3 種であり，粗骨材の影響が明確であること．第二に，周知の通り近年わが国では，騒音低減効果や排水効果を有することから排水性舗装が大量に施工されており，その性状把握は重要な位置付けとなっていることである．

2．実験

国内の数ヶ所の製油所において生産されているアスファルトのうち，相溶性の指標であるコロイダル･インスタビリティー･インデックス（C_i）の異なる 2 種のアスファルトをベースアスファルトとして選定した．そして，改質材として分子量に関係するメルトインデックス（M_i）の異なる 3 種のスチレン・ブタジエン・スチレンブロック共重合体（SBS）を試作した．これらを組み合わせてアスファルトに対し SBS10wt%の配合で 6 種のポリマー改質バインダ（PMB）を製造した．次に，これら PMB に対し，アスファルトと SBS の相溶性を確認するために顕微鏡によるモルフォロジーの観察を行った後，ダイナミック・シア・レオメータ（DSR）を用いて PMB 膜厚を 5μm～1000μm の間で変化させて G*sinδを測定した．一方，レーザ変位計（LDM）を用いて，国内から収集した 9 種の粗骨材（硬質砂岩）の表面テクスチャを測定し，そのプロファイルについて粗さの一つの表現方法であるフラクタル次元を求めた．

次に，試作した PMB と収集した骨材を用いて配合した排水性混合物（目標空隙率 20%）に対し，ホイールトラッキング試験を実施して動的安定度（DS）を求め，微細構造データとの関係を調べた．

さらに，マーシャルランマとジャイレトリーコンパクタの 2 つの異なる方法で排水性混合物の締固めを行い，微細構造データによる締固め方法の違いの影響についても調べた．

以下では，実験に用いた材料の性状と混合物の配合および実験方法について述べる．

(1) 使用材料

a) ベースアスファルト

SBS を改質材として用いた PMB は，SBS の添加量やベースとなるストレートアスファルトの組成などによってモルフォロジーが異なり，結果としてレオロジー特性も異なったものとなると考えられる[1]．そこで本研究では，入手可能なストレートアスファルトの組成分析を実施した．組成分析には，IATROSCAN New MK-5（ヤトロン社製）を用いた．そして，C_i を下記の(1)式によって求めた．

ここで，第一展開溶媒としてヘキサン，第二展開溶媒としてトルエン，第三展開溶媒としてジクロロメタン：メタノール＝95：5 を用いた．

$$C_i = \frac{\text{飽和分} + \text{アスファルテン分}}{\text{芳香族分} + \text{レジン分}} \quad (1)$$

表－1 に国内の数箇所の製油所から出荷されている数種のストレートアスファルト（A～K）の C_i を測定した結果を示す．

C_i の値は，0.236～0.410 の間にある．一般的に C_i の値が小さいほど SBS と相溶性の良いアスファルトであると考えられることから，本研究では相溶性の違いを明確にするために，これらの中から C_i の大きく異なる 2 種（G と K）のアスファルトを用いることとした．

b) 改質材

SBS は特にその分子量がアスファルトとの相溶性や性状に影響するため，他の構造は同様で分子量のみが異なる SBS を使用した．構造が同様の場合，M_i は分子量に依存し，分子量が増大するに従って小さな値となる．よって，本研究では M_i に注目して，M_i を変えた 3 種の SBS を試作して実験に用いた．

表－2 にこれら 3 種の SBS の性状を示す．

c) PMB

選定したベースアスファルトと SBS を用いて SBS 添加量 10.0%の PMB を製造した．

製造にはホモミキサを使用し，190℃±5℃の温度条件，撹拌時間 3 時間で製造した．

表－3 に製造した PMB の回転式薄膜加熱試験（試験温度 163℃，試験時間 90min）後の一般的性状を示す．各 PMB には 1～6 のサンプル No.を付けた．

表－1　収集したアスファルトの組成分析結果

サンプル名	針入度グレード (1/10mm)	組　成 (%)				C_i
		飽和分	芳香族分	レジン分	アスファルテン分	
A	80-100	7.8	55.2	21.4	15.6	0.305
B	80-100	6.6	54.2	24.3	14.9	0.274
C	60- 80	10.3	53.9	22.2	13.6	0.314
D	60- 80	6.1	49.8	26.9	17.2	0.304
E	60- 80	5.1	45.8	28.5	20.6	0.346
F	60- 80	7.6	53.8	22.8	15.8	0.305
G	80-100	5.4	60.2	20.7	13.7	0.236
H	80-100	8.7	56.2	22.3	12.8	0.274
I	60- 80	5.0	58.3	19.4	17.3	0.287
J	60- 80	9.7	54.2	21.6	14.5	0.319
K	80-100	5.2	47.4	23.5	23.9	0.410

表－2　　試作した SBS の性状

項　目	SBS		
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
タイプ	直鎖	直鎖	直鎖
M_i [1]（g/10min）	0.6	2.3	7.0
スチレン含有量（wt%）	34.9	33.4	34.6
数平均分子量 Mn	134,370	124,800	111,120
重量平均分子量 Mw	153,670	139,070	124,590

[1] JIS K7210 G条件（試験温度：200℃, 荷重 5kg）

表－3　　製造した PMB の一般的性状

ベースアスファルト		G			K		
SBS		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
SBS 添加量（wt%）		10	10	10	10	10	10
サンプル番号		1	2	3	4	5	6
針入度（1/10mm）at 25℃　100g, 5s		35	35	31	36	36	38
軟化点 (℃)		102.0	93.5	89.1	87.0	90.6	93.1
伸度（cm）at 15℃		64	53	54	35	38	42
60℃粘度（Pa・s）		1,686,338	2,209,067	5,672,144	729,855	3,109,210	2,297,503
高温粘度 [1]（mPa・s）	140℃	3205	3515	4712	6273	5728	5240
	160℃	1178	1190	2040	2063	2015	1980
	180℃	554	569	947	1005	978	935

[1] ブルックフィールドタイプ回転粘度計使用

表－4　　収集した粗骨材の一般的性状

項　目	a	b	c	d	e	f	g	h	i
岩種	硬質砂岩	硬質砂岩	硬質砂岩	硬質砂岩	硬質砂岩	硬質砂岩	硬質砂岩	硬質砂岩	硬質砂岩
比重	2.689	2.738	2.840	2.843	2.843	2.771	2.677	2.719	2.647
吸水率（%）	0.68	0.81	0.92	0.84	0.58	1.19	0.65	1.25	0.60
ロサンゼルスすり減り量（%）	17.3	16.4	10.8	10.5	13.0	12.6	12.4	13.8	15.5
硫酸ナトリウム安定性（%）	4.1	2.0	1.2	2.6	3.0	1.9	5.1	5.0	3.4
細長扁平率（%）5:1	0	2.2	0	2.8	7.9	5.1	3.3	0	3.5

d）　粗骨材

国内各地から無秩序に取り寄せた 9 種（a～i）の硬質砂岩系骨材を実験に用いた．

骨材は粒度の影響を減少するために，12.9mm ふるいを通過し，4.75mm ふるいに留まる部分を使用した．

表－4 に収集した骨材の一般的性状値を示す．

e）　細骨材

実験を通じて同様の材料を用いた．細骨材としては川砂を，フィラーとしては石灰岩石粉を用いた．

砂は，2.36mm ふるいを通過する部分を使用した．

f）混合物の配合

混合物実験は排水性混合物で行った．粗骨材と PMB を変えて，その他の材料は同様のものを用いた．基準密度は，マーシャルランマを用いて両面 50 回突き固めた時の密度とした．骨材中の粗骨材の割合を 81.5%砂の割合を 13.5%，フィラーの割合を 5.0%, 混合物中のバインダ量を 5.0%とすることで空隙率が約 20%の排水性混合物を得た．

(2) 微細構造の測定

a）　PMBのモルフォロジーの確認

回転式薄膜加熱試験で（試験温度 163℃，試験時間 90min）処理した後のバインダのモルフォロジーを，蛍光顕微鏡を用いて落射法によって観察した．落射光の波長は 460～490nm を用いた[2]。

b）　バインダの動的粘弾性の測定

DSR（TA Instruments 社製　：　Asphalt Rheometer CSA500）を用いて $G^*/\sin\delta$ を測定した。

試験試料には，回転式薄膜加熱試験で（試験温度 163℃，試験時間　90min）処理した後のバインダを用いた．SHRP SUPERPAVE では，DSR を用いた $G^*/\sin\delta$ 値の測定を，プレート間ギャップ 1mm ないし 2mm で行っているが[3]，本研究では微細構造であるバインダ皮膜のレオロジーを検討するためにプレート間ギャップを狭めて測定を実施した．

表－5 に試験条件を示す．

表－5　　動的粘弾性試験条件

使用装置	項 目	パラメータ
ダイナミック・シアレオメータ（DSR）	周波数(rad/s)	10
	ひずみ(%)	10
	試験温度(℃)	60
	プレート形状	パラレル　(直径8mm)
	プレート間ギャップ	5 ～ 1000μm

c）粗骨材表面のマイクロテクスチャの測定

二次元稼動ステージを作製し，その上に粘土を用いて粗骨材を固定し，レーザ変位計（KEYENCE 社製，品番 LE4010，最小スポット径 30μm，分解能 0.1μm）を用いて測定した．

テクスチャプロファイルは，二次元稼動ステージをレーザ変位計と鉛直方向に移動し，骨材表面の比較的平らな部分の 10mm 区間を 10μm ピッチで測定して得た．

(3) 混合物性状の測定

以下の混合物試験において，バインダは配合により高温時の粘度が異なるため，供試体作製はバインダが等しい粘度（約 1000mPa･s）となる温度で締固めを行った．

a） 動的安定度ＤＳの測定

ホイールトラッキング試験機により，舗装試験法便覧[4]に準拠して DS を測定した．

b） 大型マーシャルランマによる締固め過程の測定

直径 15cm のモールドを用い，これに高さ 10cm まで突き固めた時にちょうど通常のマーシャル試験で求めた基準密度と等しくなる混合物量を投入した．そして，重さ 100.13N のランマを高さ 45.72cm から 112 回落下させて突き固め，その後モールドを裏返し，高さがちょうど 10cm になるまで突き固めた [5]．

突き固め回数と高さの変化の関係は，ランマ支持棒の上部にダイヤルゲージ自動記録計を設置し，変位量を測定して求めた．

c） ジャイレトリーコンパクタによる締固め過程の測定

大型マーシャルと同様に直径 15cm のモールドを用い，これに高さ 10cm まで突き固めた時にちょうど通常のマーシャル試験で求めた基準密度と等しくなる混合物量を投入した．そして，供試体の高さがちょうど 10cm になるまで締固めた．旋回回数と高さの関係はジャイレトリーコンパクタが自動記録する．ジャイレトリーコンパクタの垂直応力は 600kPa，旋回角度は 1.25 ° で行った [6]．

3．結果と考察

(1) PMBのモルフォロジーの確認

写真－1 に製造した 6 種のバインダの顕微鏡写真を比較して示す．

M_i が大きい SBS と M_i が小さい SBS では分散のキメが異なり，M_i が大きい（サンプル No.4 と No.6）と分散が細かいことがわかる．また，C_i が大きく M_i が小さい場合には連続層がアスファルトであるが（サンプル No.4），M_i が大きくなると連続層が SBS となっていることがわかる（サンプル No.6）．これは，M_i が小さい場合はアスファルトとの相溶性が低下し，SBS へのマルテンの膨潤が進まないため，SBS の占有面積が小さくなり，連続層とならなかったものと考えられる．

このように，SBS による PMB のモルフォロジーはベースアスファルトの C_i と SBS の M_i によってさまざまな形態をとっていることが確認できた．

(2) G*･sinδ 測定結果

図－1 に G（C_i=0.236）のベースアスファルトの場合を，**図－2** に K（C_i =0.410）の場合の膜厚と G*･sinδ の関係を示した．図には，各ベースアスファルトの G*･sinδ も示した．

ここで，傾向的に線形性が得られているのは 20μm 以上 100μm 以下の膜厚の場合である．原因として，10μm 以下ではプレートどうしの接触が生じていることが考えられる．よって，20μm 程度が薄膜での測定の限界と考えられる．

また，500μm および 1000μm では，相溶性が良くないと考えられる配合の場合に値が低下する傾向を示しており，それより薄い膜厚の場合と数値の大小関係が逆転する場合が見られる．これは，PMB のモルフォロジーの違いが原因であると考えられる．ベースアスファルトと SBS の相溶性が悪い場合，連続層がベースアスファルトとなっているため，厚い膜厚ではベースアスファルトの粘性が支配的になり G*･sinδ が小さくなる．一方，薄い膜にすると，分散している SBS 分散粒子がプレートや SBS 粒子どうしと接触するため SBS の粘性が支配的になり G*･sinδ が大きくなると考えることができる．

表－3 に示したバインダの一般性状の 60℃粘度においても，相溶性が悪いサンプル No.1 と No.4 は低い値を示している．60℃粘度測定に用いる粘度管の半径は 4mm 程度であるために，上記の考察と同様にベースアスファルトの粘性の影響で低い値となっているものと考えられる．

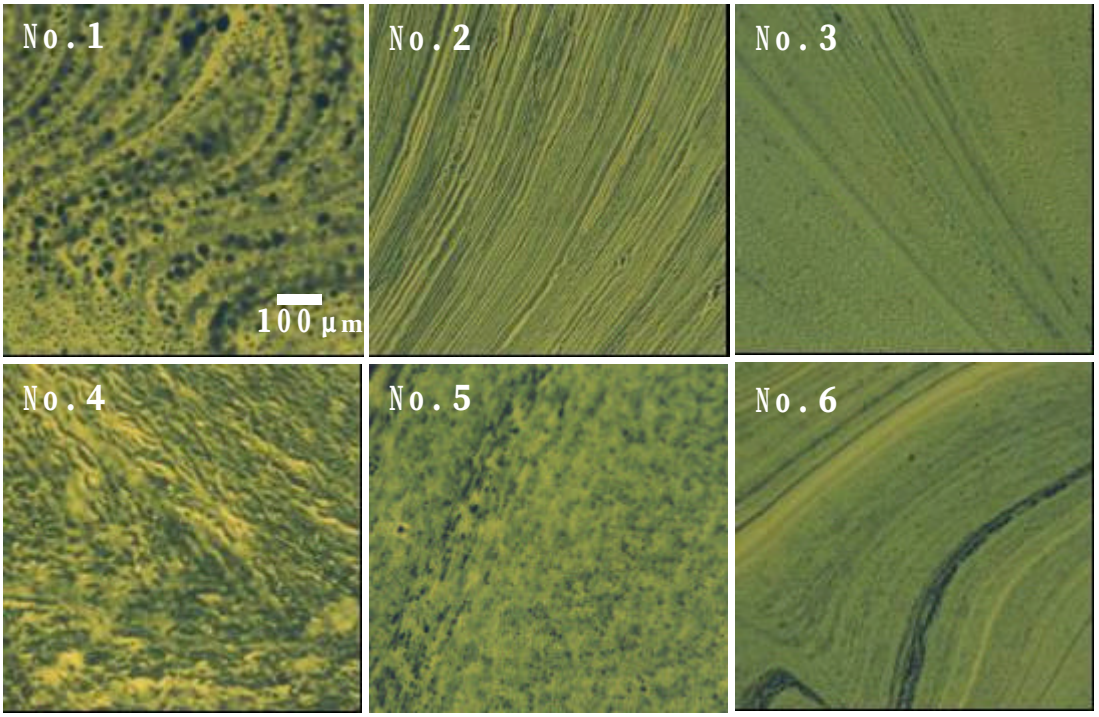
(3) 粗骨材表面のマイクロテクスチャ測定結果

図－3 に骨材 a と b と c のマイクロテクスチャ測定例を示す．

骨材の表面はミクロに見ると細かい凹凸が存在し，その程度は骨材によって異なっていることがわかる．

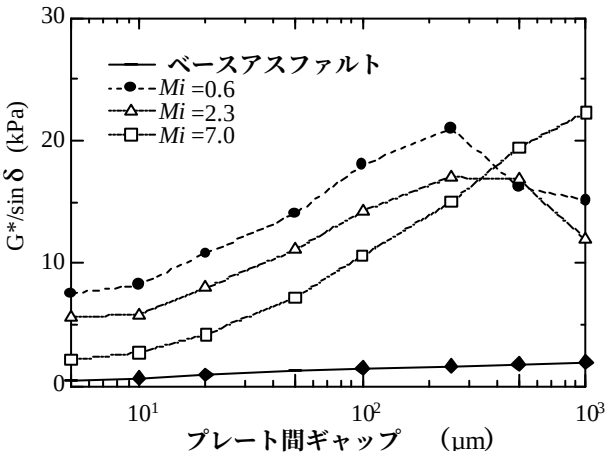
本研究では，マイクロテクスチャの表現方法としてフラクタル次元を取り上げた．フラクタル次元の算出にはボックスカウンティング法を用いた．具体的には，一辺の長さが r のメッシュでテクスチャ測定曲線を覆い，曲線が通過しているボックスの数 N を r の大きさに対してプロットし，その傾きから下記の(2)式で表される次元 D を求めた [7]．

$$N(r) \propto r^{-D} \qquad (2)$$



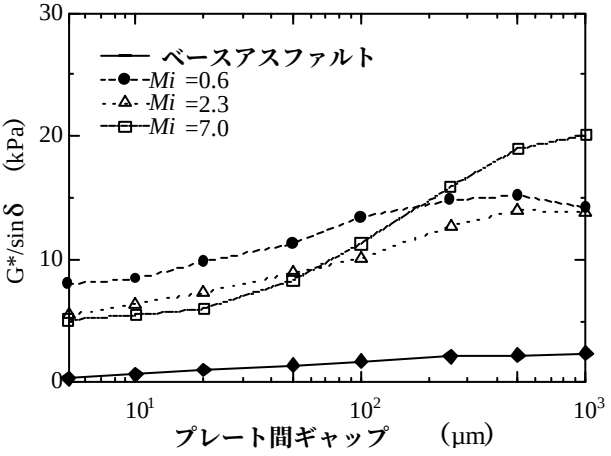
写真－1　PMBのモルフォロジー

（黒く観察される部分がアスファルト，緑あるいは白の部分が SBS）



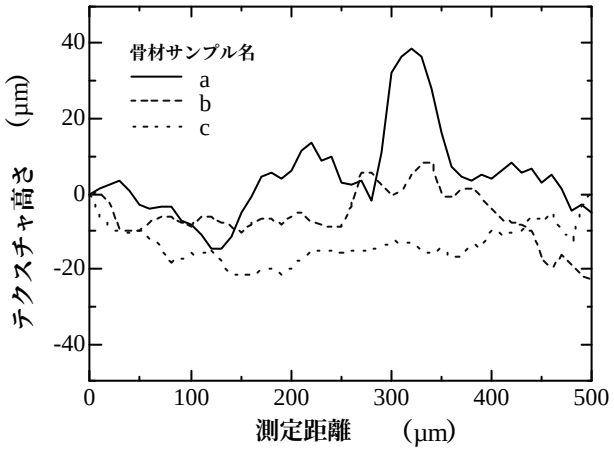
図－1　プレート間ギャップと **G*/sinδ**　の関係

（ベースアスファルト G，C_i=0.236）



図－2　プレート間ギャップと **G*/sinδ**　の関係

（ベースアスファルト K，C_i=0.410）



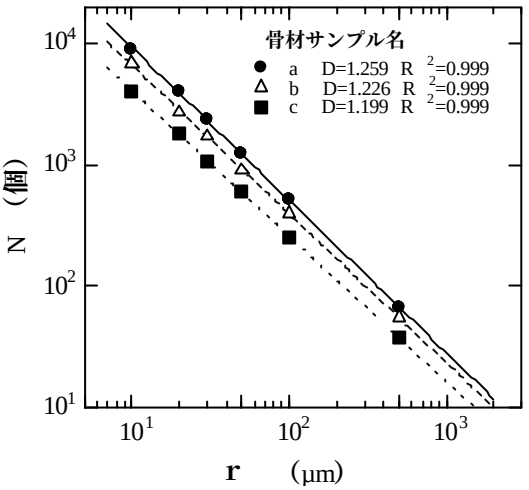
図－3　マイクロテクスチャ測定例

例として，**図－4** に骨材 a と b と c の log N と log r の関係を示す．これと同様に，全ての測定結果において log N の間には極めて高い相関のある直線関係が認められた．よって，骨材表面のテクスチャには自己相似性が認められ，フラクタル次元で複雑さ（粗さ）を表現できることがわかった．ここで，N が小さいと個々のフラクタル次元のバラツキを増大する原因となるため r の値は 500μm 以下から計算した．

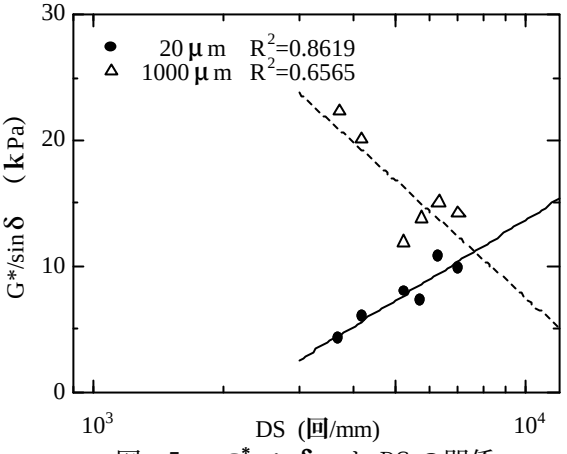
表－6 に各骨材のフラクタル次元算出結果を示す．各値は，各骨材で 20 個を任意に選んで測定したマイクロテクスチャから算出したフラクタル次元である．

表－6　　粗骨材表面のフラクタル次元計算結果

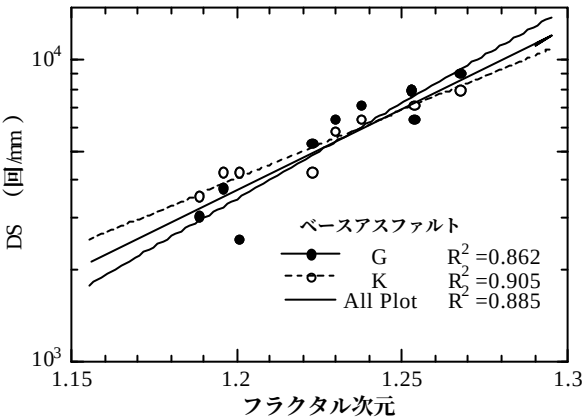
項目 ＼ サンプル名		a	b	c	d	e	f	g	h	i
フラクタル次元	平均	1.253	1.238	1.196	1.230	1.254	1.268	1.189	1.220	1.172
	標準偏差	0.048	0.044	0.035	0.046	0.050	0.061	0.038	0.033	0.039



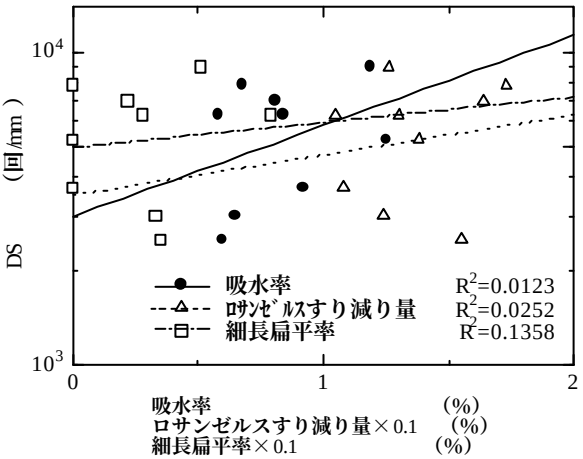
図－4　　**logN** と **log r** の関係



図－5　　**G*/sinδ**　と DS の関係



図－6　　フラクタル次元と DS の関係



図－7　　骨材の一般性状と DS の関係

(4) 微細構造データと混合物試験結果との関係

a) G*/sinδ と動的安定度との関係

図－5 に 20μm および 1000μm のプレート間ギャップで測定した G*/sinδ と DS の関係を示す．粗骨材には c の骨材を使用している．

一般に G*/sinδ が大きいほど流動変形抵抗性に優れていると考えられる．よって，通常では正の相関が得られるはずであるが 1000μm での測定結果は逆相関になっており，相関係数 R^2 も低い値となっている．一方，20μm では正の高い相関が得られており，20μm の薄い膜厚のほうが混合物性状を正しく表現できることがわかる．

この結果は，PMB のモルフォロジー観察と G*/sinδ 測定結果での考察と合致している．言い換えれば，膜厚が厚い場合（1000μm）の G*/sinδ はバインダのモルフォロジーを反映した測定結果となるが，膜厚が薄い場合（20μm）の G*/sinδ はあまりモルフォロジーを反映せず，SBS の強度（あるいは凝集力）に依存した結果を示す．混合物中のバインダ膜厚も数μm から数十μm の膜厚を形成していると考えられることからプレート間ギャップ 20μm で測定した G*/sinδ と良い相関が得られたものと推察できる．

b) フラクタル次元と動的安定度の関係

図－6 にフラクタル次元と動的安定度の関係を示す．バインダとしてⅢ（M_i=7.0）の SBS を添加した PMB を使用した場合を示した（PMB サンプル No.3 と No.6 に対応）．M_i が小さいバインダでは全て 7,000 回/mm を超える DS 値となり，骨材間の比較は不可能であった．

フラクタル次元と DS には高い相関関係があることがわかる．なお，**図－7** に示めすように一般的な骨材の性状と DS には高い相関関係は得られない．図では煩雑さを避けるため PMB サンプル No.3 の場合のみをプロットした。

これらの結果は骨材の粗さが，骨材間の噛み合わせを支配する主要因であることを示している．

c）締固め方法の違いとテクスチャの関係

骨材には，異なるフラクタル次元を持ち，かつ調達が容易であった a，b，c の 3 種の骨材を用いた．

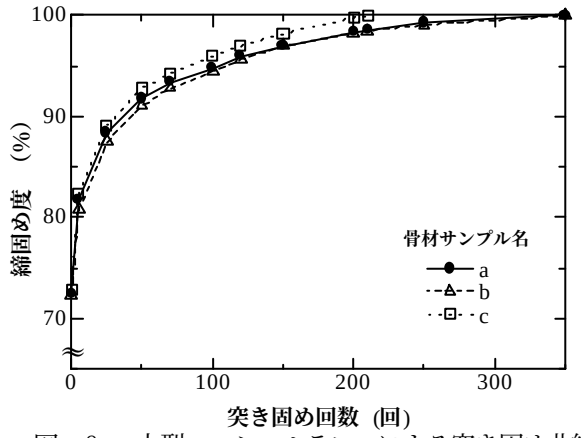
図－8 にマーシャルによる締固め曲線を示す．

図－9 にジャイレトリーによる締固め曲線を示す．

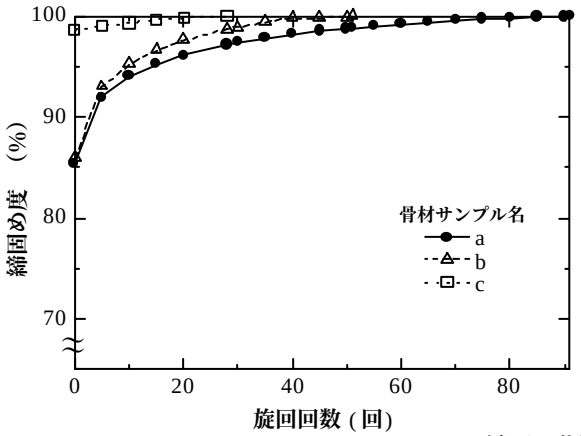
バインダが等粘度となる温度で締固めたためと考えられるが，バインダによる違いは見出せなかったため，図では骨材の違いに関して典型的な場合を示した．

ジャイレトリーとマーシャルでは骨材表面のマイクロテクスチャによって締固めの傾向が異なり，締め固まり易さの点でジャイレトリーは骨材のマイクロテクスチャと関係が深いと言える．これは，ニーディング作用の有無が影響していると考えられる．マーシャルではニーディング作用が生じないため比較的骨材どうしの接触点ですべりが生じにくいと考えられる．よって，テクスチャの違いが現れにくいが，ジャイレトリーではニーディング作用が大きいため骨材表面のテクスチャがスムーズだとすべりを生じて締め固まり易く，逆にテクスチャが粗いとすべりを生じにくいため締め固まりにくくなっているものと考えられる．

ニーディング作用の面から，現場におけるローラー転圧はマーシャルランマよりジャイレトリーコンパクタのほうが近似していると考えられることから，室内での混合物の締固め方法としてはジャイレトリーの方が理想に近いことが確認できた．



図－8　大型マーシャルランマによる突き固め曲線



図－9　ジャイレトリーコンパクタによる締固め曲線

4．結論

本研究で得られた主な結論は以下のとおりである．

⑴ 分子量のみが異なり，他の構造が同一な SBS を用いた PMB のモルフォロジーは，ベースアスファルトの C_i と SBS の M_i に依存して異なった形態をとる．SBS 添加量が 10%において，相溶性の良い組み合わせの場合には SBS が連続層となり，反対に相溶性の悪い組み合わせの場合にはアスファルトが連続層となる．

⑵ PMB の動的粘弾性測定ではプレート間ギャップが大きい(PMB の膜厚が厚い）と相溶性が悪い場合には $G^*/\sin\delta$ が低い値を示す傾向が確認された．粘度管を用いて測定する 60℃粘度においても同様の傾向が見られる．これは，連続層であるアスファルトの粘性の影響が見られるためと考えられた．逆に，プレート間ギャップが小さい（ PMB 膜厚が薄い）と，相溶性が悪い場合にも $G^*/\sin\delta$ が低い値を示す傾向は無く，SBS の強度（あるいは凝集力）に依存した結果を示した．

⑶ プレート間ギャップ 20μm で測定した $G^*/\sin\delta$ と開粒度混合物の DS には良い相関性が見られた．これは，混合物中で PMB は薄膜構造をとっているのでモルフォロジーの影響が小さくなっているものと考えられる．結論として，PMB の粘弾性評価は薄い膜で測定することが望ましいことがわかった．この場合，DSR 測定のプレート間ギャップの限界は 20μm 程度であることがわかった．

⑷ 粗骨材表面をレーザ変位計で測定するとは微細な凹凸（マイクロテクスチャ）が存在している．このプロファイルについてボックスカウンティング法により log N と log r とをプロットすると高い直線関係が得られることから，粗骨材表面のマイクロテクスチャには自己相似性があり，フラクタル次元で複雑さ（粗さ）を表現できる．

⑸ 粗骨材表面のフラクタル次元と排水性混合物の DS には高い相関関係が認められた．フラクタル次元は，骨材間の噛み合わせを支配する主要因と考えられる．

⑹ 粗骨材表面のフラクタル次元は締固め方法に影響する．ニーディング作用を伴う締固め方法では，フラクタル次元の大きさによって締固め回数に大きな差を生ずる．これは，フラクタル次元が大きいと粗骨材の接触点がすべりにくくなるためと考えられる．

5．おわりに

本研究では，PMB 混合物の微細構造であるバインダ薄膜の動的粘弾性と粗骨材のマイクロテクスチャを測定し，排水性混合物の高温時の変形特性との関係について検討した．

結果として，これらの微細構造測定データは排水性混合物の性状と深く関係していることがわかった．しかし，排水性混合物を用いたこと，バインダの改質材添加量，混合物試験の種類，試験温度などを限定していることから微細

構造データから混合物性状を予測するところまで至ることはできていない．

今後は，多くの材料と広範囲な混合物試験，試験条件について実験を実施し，混合物性状をシミュレートできる微細構造データの取り扱い方法について検討していきたいと考えている．例えば，三軸圧縮試験の実施により本研究で提案したバインダならびに粗骨材表面の微細構造がそれぞれどの程度混合物性状に影響を及ぼしているかを検討することが可能になるものと考えている．

謝辞

共に実験を行ってくれた中央大学理工学部土木工学科道路研究室の 2000 年度の学生であった尾崎氏，丸川氏，清水氏，田中氏に謝意を表する．また，実験に用いた材料や装置の提供を頂いた東亜道路工業株式会社技術研究所に謝意を表する．

参考文献

⑴ 中島滋夫，出口隆宏，斎藤章：アスファルト中の熱可塑性エラストマー（SB 系 TPE）の分散形態の検討，改質アスファルト，第 12 号，pp.13-21, 1999

⑵ V.Wegan and B.Brule : The Structure of Polymer Modified Binders and Corresponding Asphalt Mixtures, Asphalt Paving Technology, pp.64-88, 1999

⑶ Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing - Superpave Series No.1（SP-1）: Asphalt Institute,1994

⑷ （社）日本道路協会：舗装試験法便覧，pp.539-555, 1988

⑸ Kandhal : Testing and Evaluation of Large Stone Mixes using Marshall Mix Design Procedures, National Asphalt Pavement Association, Information Series 108, 1990

⑹ Superpave Level 1 Mix Design - Superpave Series No.2（SP-2）, Asphalt Institute, 1995

⑺ 高安秀樹：フラクタル，朝倉書店，pp.7-30, 1986

Effects of Microstructures on the Deformation Characteristics of Modified Asphalt Mixtures at High Temperature

Masato MURAYAMA and Kenji HIMENO

Experimental investigations were carried out for polymer modified binder (PMB) thin film and microtexture of the coarse aggregate's surface, which are microstructure at an intermediate level considered to connect chemical phenomena and physical phenomena in modified asphalt mixtures. It was shown that measuring the viscoelasticity with the thick film is not appropriate and that The G*/sin*d* measurement result of film thickness of 20μm has a high correlation with the flow deformation resistance of the porous asphalt mixture. This is because the morphology varies depending on the Colloidal Index (C_i) of the base asphalt and the Melt Index (M_i) that is related to the molecular weight of SBS. Also, the microtexture of the coarse aggregate's surface was expressed in a form of Fractal Dimension. It was shown that the fractal dimension had a high correlation with the flow deformation and the compaction properties of the porous mixtures.